中華農業研究（Jour. Agric. Res. China ）36(4)：406～412 (1987)

玉米煤紋病抗病篩選與抵抗性之研究[1]

葉忠川　　蔡阿輝[2]

摘要：*Helminthosporium turcicum* Pass. (*Trichometasphaeria turcica* Luttrell) 引起之玉米煤紋病，感病品種罹病後在葉片形成大型紡錘形壞死病斑，造成枯葉，產量遂受影響。栽培抗病品種可有效減少本病之發生，因爲抵抗性品種僅產生小型紡錘形黃化病斑。本研究之目的：㈠檢定本所一部份現有種源及區域試驗品系和目前本省之栽培品種對煤紋病之抵抗性，以獲得抗源供抗病育種之用；㈡探討株齡與抵抗性之關係；㈢研究抵抗性遺傳特性。抗病檢定以幼苗在溫室或生長箱內進行，結果 SW 種源中有 SW655, SW694, SW707 三個系統及七十五年度區試驗品系中有 84F-3, 84F-11, 84F-12, 84F-14, 85W-2, 85W-6, 85W-7 七個品系表現抗病性。目前本省推廣之栽培品種除臺農351號是抗病外，其餘品種包括臺南 5 號、臺南選10號、臺南11號、臺南16號及超甜玉米 236 號均爲感病。另外以抗病品種臺農 351 號及感病品種臺南 5 號各五種不同生長齡期植株進行接種，結果抗病品種臺農 351 號所有植株都表現抗病性反應，感病品種臺南 5 號所有植株都表現感病性反應，然而病勢進展之速度在兩個品種均隨著株齡增加而減緩。抵抗性遺傳之研究結果顯示抗病品種臺農351號之抵抗性係得自父本 TA80-1410 自交系，並且是由單一顯性基因所控制。

Helminthosporium turcicum Pass. (*Trichometasphaeria turcica* Luttrell) 引起之玉米煤紋病 (northern corn leaf blight) 是玉米重要的葉部病害之一(3,4,18)，感病品種上典型之病徵是葉片上出現大型的紡錘形青枯病斑，大約 3—15公分，嚴重時葉片枯死，影響產量(4,18)。然而栽種抵抗性的品種對於減少煤紋病之發生非常經濟而且有效(5,8,9,10,11,12,13)，因此目前抗病育種在國外已被廣泛採用。Elliott 等氏(3) 比較不同玉米系統對煤紋病抵抗性之差異，發現某些系統受害程度較輕，罹病後葉片上產生之病斑數比較少，顯示對煤紋病較具抵抗性。Hooker 氏(7) 比較不同玉米品種對煤紋病抵抗性之差異，發現某些品種在幼苗期即具有抵抗性，罹病後葉片上產生小型紡錘形黃化病斑。Hilu 及 Hooker(5,9,10) 又發現這類病斑組織不易壞死且產胞能力低，並表示這種特性是由單一基因所控制。Jenkins 及 Robert 氏(11,12,13) 除證實此種單一基因之抵抗性是一種屬於質之遺傳 (qualitative character) 外，另外又發現一種影響病斑數目多少之抵抗性，亦即同爲感病萎凋型病斑，但不同品種，其單位面積內之病斑數不同，數目少者具有抵抗性，此種抵抗性是屬於量之遺傳 (quantitative character)，由多對基因 (multiple genes) 所控制。本研究之目的，㈠是以選拔具有抵抗性黃化病斑者爲目標，因此採用 Hilu 及 Hooker 氏(5) 之幼苗測定法在溫室或生長箱內進行抗病篩選，檢定本所現有種源及七十五年度全省區域試驗品系和目前栽培品種對煤紋病之抵抗性，以選拔優良抗病材料供育種或推廣栽培使用；㈡探討株齡與病害發生之關係，以瞭解玉米不同生長齡期對煤

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1377 號。

2.本所植病系研究員及助理。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

紋病抵抗性之差異；㈢抗病品種臺農351號抵抗性遺傳之分析，瞭解其抵抗性之遺傳方式供抗病育種參考。

材料與方法

一、抗病篩選

1.供試材料——材料由本所農藝系提供，共559個系統（種），包括本所部份現有飼料玉米種源，七十五年度全省區域試驗品系及本省目前栽培品種。其中 PI 種源共有333個，係美國 Pioneer 種子公司 PI 6875 號品種之 F_4 世代分離系統，SW 種源共有202個，係泰國 Suwan-1 品種之 F_4世代分離系統；七十五年度全省區域試驗品系及目前栽培種共24個包括：PS1 、 PS5、PS53、PS57、84F-3、84F-11、84F-12、84F-14、85W-1、85W-2、85W-3、85W-4、85W-5、85W-6、85W-7、85W-8、85W-9、85W-10、臺南5號、臺南選10號、臺南11號 、 臺南16號 、臺農351號及超甜玉米236號。

2.接種源之製作——自田間採集新鮮病葉以自來水洗淨表面塵垢，在室內陰乾後將病葉剪成6—7公分長之片段放入培養皿，培養皿內預先放置一薄層棉花，棉花上面再覆上一層濾紙，並加入適量水分濕潤棉花及濾紙以維持培養皿內之濕度，然後將培養皿放置在 16°C 之恒溫箱使其產胞 (5) ，再以無菌水（內含 100ppm Tween-80）將胞子洗下製成胞子懸浮液（濃度爲一萬個胞子／ml）作爲接種源。

3.抗病檢定——在溫室以長14公分寬10公分之育苗袋裝土後種植供試玉米系統，每個系統一袋，每袋三株，俟植株長至6—7片葉時將上述備妥之接種源以花卉栽培用之指壓式塑膠噴霧瓶行噴霧接種於植株上直到葉片表面完全濕潤爲止，然後以透明塑膠布覆蓋保持濕度，置於 24°C ±1°C 之植物生長箱內（光照時間：12小時，11,000 lux），經過 24 小時後掀去塑膠布，接種後15天調查發病結果。接種葉上出現小型紡錘形黃化病斑者視爲抗病性反應（R, resistant），出現大型紡錘形青枯病斑者視爲感病性反應（S, susceptible）。

二、株齡與病害發生之關係

以抵抗性品種臺農351號及感病性品種臺南5號作爲供試品種，在溫室每隔2週以大型盆缽種植一次，連續種植5次獲得不同生長齡期之植株。然後仿前述抗病檢定所用之接種方法，將胞子懸浮液行噴霧接種於植株上直到葉片全部濕潤爲止，接種後以透明塑膠布覆蓋並置於 24°C 之植物生長箱內保濕42小時後掀去塑膠布，以後逐日觀察記錄病害發生之情形。

三、臺農351號抵抗性遺傳之分析

臺農351號爲目前推廣種植面積最多的栽培品種，經前面抗病檢定結果表現抗病性反應，爲進一步探討其抵抗性之遺傳方式，乃就臺農351號母本 TA80-2598自交系，父本 TA80-1410 自交系，臺農351號以及臺農351號自交後代進行抗病檢定以瞭解其抵抗性之遺傳。測定方法仍在溫室以長14公分寬10公分之育苗袋裝土後分別種植上述品系，俟植株長至6—7片葉時按抗病檢定所用之方法進行接種，15天後調查發病結果並分別記錄抗病與感病之植株數目 。 將所得結果以適合度卡方檢定 (1) 分析其抵抗性遺傳特性。

結果與討論

一、抗病篩選

源自美國 Pioneer 種子公司之 PI 種源 333 個系統，經過三次抗病檢定結果多爲感病性（表1）。源自泰國 Suwan-1 (Thai Composite No. 1 DMR $BC_2F_4C_8$) 之 SW 種源202個系統，經過四次抗病檢定結果四次均表現抗病性者共有 SW655、SW694 、 SW707 三個系統（表2）。七十五年度全省區域試驗品系及目前栽培品種經過三次抗病檢定結果三次均表現抗病性者共有 84F-3、84F-11

表1. 玉米 PI 種源抗煤紋病篩選

Table 1. Screening of maize PI germplasm for resistance to morthern corn leaf blight (*H. turcicum*)[a]

試驗次別 (Expt. No.)	篩選數目 (Accessions screened)	寄主反應 (Host reaction)[e]	
		R	S
1[b]	333	15	318
2[c]	15	3	12
3[d]	15	0	15

a. 試驗在溫室進行 (experiments were conducted in the greenhouse)
b. 播種—73.7.19，接種—73.8.2，調查—73.8.16 (sown-7.19.1984, inoculated-8.2.1984, read-8.16.1984)
c. 播種—73.8.18，接種—73.8.30，調查—73.9.14 (sown-8.18.1984, inoculated-8.30.1984, read-9.14.1984)
d. 播種—73.9.15，接種—73.9.28，調查—73.10.13 (sown-9.16.1984, inoculated-9.28.1984, read-10.13.1984)
e. R：抗病性 (resistant) S：感病性 (susceptible)
*三次試驗中二次表現抗病性反應者—PI 351, 401, 462
**三次試驗中一次表現抗病性反應者—PI 267, 304, 306, 321, 369, 376, 392, 442, 447, 448, 503, 531.

表2. 玉米 SW 種源抗煤紋病篩選

Table 2. Screening of maize SW germplasm for resistance to morthern corn leaf blight (*H. turcicum*)[a]

試驗次別 (Expt. No.)	篩選數目 (Accessions screened)	寄生反應 (Host reaction)[f]	
		R	S
1[b]	202	120	82
2[c]	120	58	62
3[d]	58	25	33
4[e]	25	3	22

a. 試驗在溫室內進行 (experiments were conducted in the greenhouse)
b. 播種—73.7.4，接種—73.7.17，調查—73.8.4 (sown-7.4.1984, inoculated-7.17.1984, read-8.4.1984)
c. 播種—73.8.5，接種—73.8.17，調查—73.9.2 (sown-8.5.1984, inoculated-8.17.1984, read-9.3.1984)
d. 播種—73.9.6，接種—73.9.20，調查—73.10.8 (sown-9.6.1984, inoculated-9.20.1984, read-10.8.1984)
e. 播種—73.10.9，接種—73.10.23，調查—73.11.6 (sown-10.9.1984, inoculated-10.23.1984, read-11.6.1984)
f. R：抗病性 (resistant) S：感病性 (susceptible)
* 四次試驗中四次表現抗病性反應者 —SW 655, 694, 707
** 四次試驗中三次表現抗病性反應者 —SW 557, 560, 567, 571, 578, 581, 585, 598, 602, 603, 607, 610, 614, 617, 620, 630, 636, 651, 658, 693, 733, 737.
*** 四次試驗中二次表現抗病性反應者 —SW 550, 563, 572, 587, 590, 599, 606, 608, 609, 622, 625, 629, 634, 649, 656, 661, 664, 669, 670, 672, 679, 681, 684, 692, 693, 718, 719, 731, 732, 734, 740, 741, 748.
****四次試驗中一次表現抗病性反應者 —SW 549, 552, 553, 554, 555, 556, 564, 566, 563, 569, 574, 575, 577, 579, 588, 593, 597, 600, 604, 605, 611, 613, 616, 618, 626, 637, 639, 640, 641, 644, 646, 652, 653, 569, 663, 666, 671, 674, 675, 676, 683, 686, 688, 697, 703, 740, 705, 706, 708, 709, 710, 711, 713, 714, 716, 720, 729, 730, 736, 738, 742, 744.

、84F-12、84F-14、85W-2、85W-6、85W-7、臺農 351 號等八個品系（表3）。試驗過程中相同的品系在不同的試驗次別表現不同的抵抗性反應，這是否因爲病菌病原性之變異(6,14,15)或病菌生理小種之分化(2,16,17)所致，正進行研究中。本省目前栽培之飼料玉米和甜玉米品種中只有臺農 351 號

具有優良之抗病性，其餘品種包括臺南 5 號、臺南選 10 號、臺南 11 號、臺南 16 號 、超甜玉米 236 號均爲感病性。臺農 351 號爲目前推廣種植面積最多之品種，因此煤紋病的發生不嚴重。如果新推出之品種不具抵抗性，很可能再嚴重發生。

表3. 七十五年度全省區域試驗品系與目前栽培種抗煤紋病篩選

Table 3. Screening of corn varieties/lines used in the 1985-1986 regional yield trials and commercial cultivars for resistance to northern corn leaf blight[a]

試驗次別 (Expt. No.)	篩選數目 (Accessions screened)	寄主反應 (Host reaction)[e]	
		R	S
1[b]	24	9	15
2[c]	24	10	14
3[d]	24	9	15

a. 試驗在溫室進行 (experiments were conducted in the greenhouse)

b. 播種—74.4.3，接種—74.4.18，調查—74.5.2 (sown-4.3.1985, inoculated-4.18.1985, read-5.2.1985)

c. 播種—74.5.3，接種—74.6.17，調查—74.6.1 (sown-5.3.1985, inoculated-6.16.1985, read-6.1.1985)

d. 播種—74.6.2，接種—74.6.16，調查—74.6.30 (sown-6.2.1985, inoculated-6.16.1985, read-6.30.1985)

e. R：抗病性 (resistant) S：感病性 (susceptible)

* 三次試驗中三次表現抗病性反應者 —84F-3, 84F-11, 84F-12, 84F-14, 85W-2, 85W-6, 85W-7, Tainung 351.

**三次試驗二次表現抗病性反應者 —85W-1, 85W—5.

表4. 臺農 351 號子代煤紋病抵抗性遺傳分離比 (3：1) 適合度卡方檢定

Table 4. Chi-square test for the fitness of 3:1 ratio of resistance inheritance in Tainung 351 and its progenies to northern corn leaf blight.

項目 (Item)	子代表現型 (Phenotype of progeny)		
	抗病性 (Resistnat)	感病性 (Susceptible)	總數 (Total)
觀測次數 f (Observed No.)	304	103	407
期望次數 $\hat{f}$ (Expected No.)	305.25	101.75	407.00
離差 $f-\hat{f}$ (Deviation)	−1.25	1.25	0
離差平方 $(f-\hat{f})^2$ (Deviation squared)	1.5625	1.5625	
$(f-\hat{f})^2/f$	0.0051	0.0154	

$$\sum\frac{(f-\hat{f})^2}{f}=0.0205<x^2_{0.05}\ (1)$$

二、株齡與病害發生之關係

抗病品種臺農 351 號五種生長齡期植株接種後 8 —14天，接種葉出現黃化病斑，大小約0.8—1.0公分，隨後病勢緩慢進展病斑逐漸加大，經12—14天後病勢進展受到抑制病斑大小不再增加，最後呈紡錘形黃化病斑，大小約 3.5—4.5公分 (圖 1)，感病品種臺南 5 號五種生長齡期植株接種後 9 —22天，接種葉出現青枯病斑，大小約0.7—1.2公分，隨後病勢迅速進展病斑沿著葉脈方向急速擴大，經

過3－5天後病斑組織由青枯轉變爲壞死，病勢進展漸趨緩和，最後呈紡錘形壞死病斑，大小約 5.1—6.4公分（圖1）。試驗結果抗病品種臺農351號不論株齡大小，接種煤紋病菌後均表現抗病性反應，而感病品種臺南5號不論株齡大小，接種煤紋病菌後均表現感病性反應，顯示不同齡期植株對煤紋病之抵抗性沒有差異。但試驗結果不論抗病品種或感病品種，不同齡期植株接種後病徵出現的時間有差別，顯示株齡大小對煤紋病勢之進展速度有影響，大致上病勢之進展隨著株齡增大而減緩。至於病斑大小之差異，主要是由於受到葉脈生長限制所致。

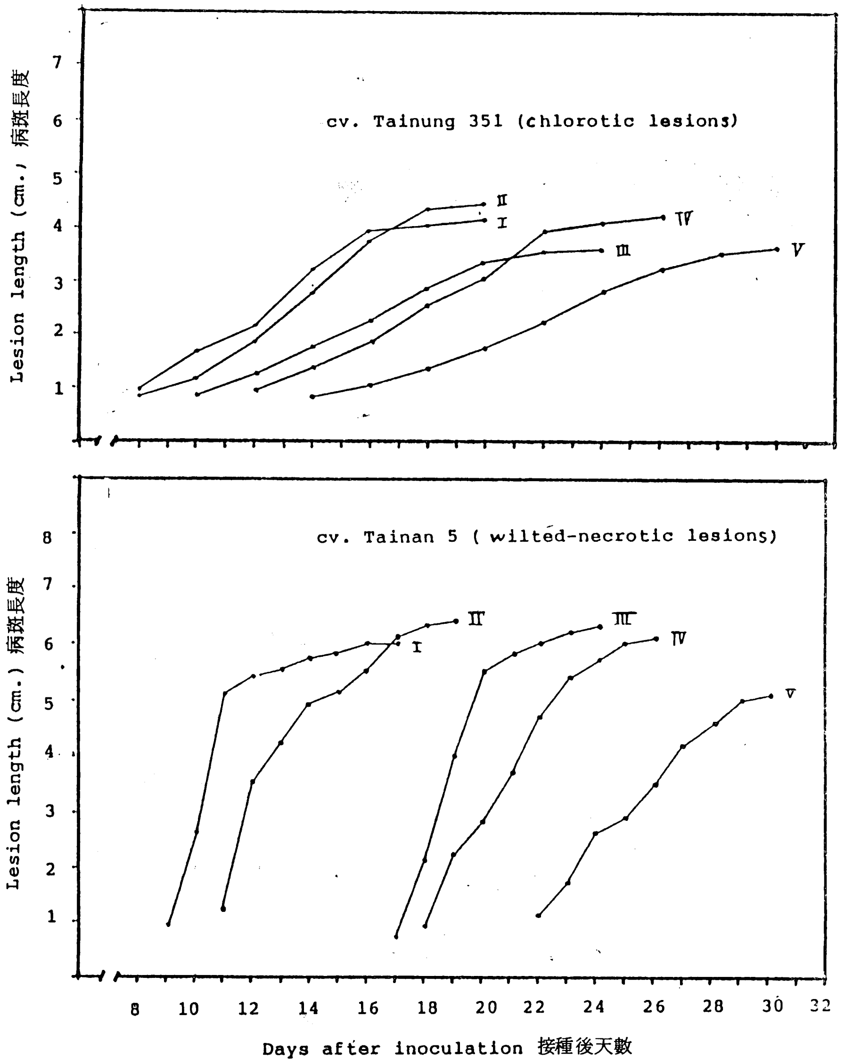

圖1：玉米煤紋病在臺農351號及臺南5號品種不同株齡葉片上病勢進展之比較

Fig. 1. Comparison of northern leaf blight development in the leaves of corn cultivars Tainung 351 and Tainan 5 with different growth stages. (Plants at time of inoculation were I, 2-wk-old ; II, 4-wk-old; III, 6-wk-old; IV, 8-wk-old; V, 10-wk-old)

三、臺農351號抵抗性遺傳之分析

總共檢定臺農 351 號母本 TA80-2598 自交系120株，父本 TA80-1410 自交系120株，臺農 351 號（F_1）120 株以及臺農51號自交後代（F_2）407 株。結果母本 TA80-2598 自交系所有植株均表現感病性反應，父本 TA80-1410 自交系及臺農 351 號所有植株均表現抗病性反應，臺農 351 號自交

後代中表現抗病性反應者有 304 株，表現感病性反應者有 103 株。由試驗結果得知臺農351 號對煤紋病菌之抵抗性係來自父本 TA80-1410 自交系，且該抵抗性在其自交後代中呈分離現象。又自交後代抗病與感病之分離比（304：103）以適合度卡方檢定測試結果符合孟德爾氏一對因子遺傳之分離比（3：1），顯示臺農351號對煤紋病菌之抵抗性是由單一顯性基因（single dominent gene）所控制（表4）。

引用文獻

1. 蕭如英譯。1979。生物統計學導論。五南圖書出版公司。455pp.
2. Bergquist, R. R., and O. R. Masias. 1973 Physiologic specialization in *Trichometasphaeria turcica* f. sp. *zeae* and *T. turcica* f. sp. *sorghi* in Hawaii. Phytopathology 64 : 645-649.
3. Elliott, C., and M. T. Jenkins. 1946. *Helminthosporium turcicum* leaf blight of corn. Phytopathology 36 : 660-666.
4. Fisher, D. E., A. L. Hooker, S. M. Lim, and D. R. Smith. 1976. Leaf infection and yield loss caused by four *Helminthosporium* leaf diseases of corn. Phytopathology 66 : 942-944.
5. Hilu, H. M., and A. L. Hooker. 1963. Monogenic chlorotic lesion resistance to *Helminthosporium turcicum* in corn seedlings. Phytopathology 53 : 909-912.
6. Hilu, H. M. 1964. Cultural variability, conidial production and pathogenicity of *Helmnthoisporium turcicum*. Mycologia 56 : 775-777.
7. Hooker, A. L. 1961. A new type of resistance in corn to *Helminthosporiumtturcicum*. Pl. Dis. Reptr. 45 : 780-781.
8. Hooker, A. L. 1963. Monogenic resistance in *Zea mays* L. to *Helminthosporium turcicum*. Crop Science 3 : 381-383.
9. Hooker, A. L. 1963. Inheritance of chlorotic-lesion resistance to *Helminthosporium turcicum* in seedlings corn. Phytopathology 53 : 660-662.
10. Hooker, A. L. 1977. A second major gene locus in corn for chlorotic lesion resistance to *Helminthosporium turcicum*. Crop Science 17 : 132-135.
11. Jenkins, M. T., and A. L. Robert. 1952. Inheritance of resistance to the leaf blight of corn caused by *Helminthosporium turcicum*. Agron. J. 44 : 136-140.
12. Jenkins, M. T., A. L. Robert, and R. F. Jr. William. 1954. Recurrent selection as a method for concentrating genes for resistance to *Helminthosporium turcicum* leaf blight in corn. Agron. J. 46 : 89-94.
13. Jenkins, M. T., and A. L. Robert. 1959. Evaluating the breeding potential of inbred lines of corn resistant to the leaf blight caused by *Helminthosporium turcicum*. Agron. J. 51 : 93-96.
14. Kinsey, J. G., and A. L. Hooker. 1973. Changes in *Helminthosporium turcicum* population of following serial host passage. Pl. Dis. Reptr. 57 : 590-591.
15. Robert, A. L., and M. T. Jenkins. 1949. Variability in monoconidial and hyphal-tip isolates of *Helminthosporium turcicum*. Phytopathology 39 : 504.
16. Smith, D. R., and J. G. Kinsey. 1980. Further physiologic specialization in *Helminthosporium turcicum*. Pl. Dis. 64 : 779-781.
17. Turner, M. T. 1980. Race of *Helminthosporium turcicum* not controlled by Ht genetic resistance in corn in the american corn belt. Pl. Dis. Reptr. 64 : 216-217.
18. Ullstrup, A. J., and S. R. Miles. 1957. The effects of some leaf blight of corn on grain yield. Phytopathology 47 : 331-336.

Screening for Resistant Sources and Inheritance of Resistance in Maize to Northern Leaf Blight[1]

Chung-chuan Yeh and Ar-huei Tsai[2]

Summary

Northern leaf blight, incited by *Helminthosporium turcicum* Pass., may occur at any growth stages of corn plants when the environmental conditions are appropriate and reduce kernel yield depending upon the severity of the the epidemics. The use of resistant varieties is the most common strategy to reduce the epidemics of this disease. The purposes of this study were attempted: (1) to evaluate corn germplasm and regional yield trial varieties for sources of resistance to northern leaf blight; (2) to evaluate the effect of plant age on the expression of resistance and disease development; and (3) to study the inheritance of resistance. Screening tests were conducted in a growth chamber programmed for a 12-hr. photoperiod (11,000 lux) at 24±1°C. Corn seedlings with 6-7 leaves each plant were sprayed with a conidial suspension (10,000 spores/ml) prepared from infected leaves using a floricultural atomizer sprayer until the leaf surfaces were wet. The inoculated plants were kept in a transparent plastic moist chamber in the growth chamber described above. After 18-24 hrs, the plastic chamber was removed and the plants were remained in the growth chamber for observation. Two weeks after inoculation, lesion types on the leaves were recorded. Small, spindly chlorotic lesions were considered resistant and large spindly grayish-green wilt lesions were susceptible reaction. In order to simplify the experiments, the resistant accessions obtained in the first tests were repeated in the second tests, so the third and the fourth tests. For PI germplasm, no accession was consistently recorded resistant among the three tests. However, three accessions, i. e. SW655, SW694, SW707, showed resistant reactions in all four tests. Among the 24 regional yield trial lines/cvs., 84F-3, 84F-11, 84F-12, 84F-12, 84F-14, 85W-2, 85W-6, 85W-7 and Tainung 351 were resistant in all three tests. All commerical cultivars except Tainung 351 were susceptible to northern corn leaf blight. Plant agesvdid not affect the expression of resistance. However, disease developments were slower in the old plants than in the young plants. Studies on the inheritance of resistance revealed that the inheritance in Tainung 351 was obtained from parental line TA80-1410 and is controlled by a single dominant gene.

---

1. Contribution No. 1377 from the Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Plant Pathologist and Assistant, respectively, Department of Plant Pathology, TARI, Wufeng 41301, Taichung, Taiwan, the Rep. of China.